

Bul. Agron. (35) (3) 183 – 190 (2007)

**Evaluasi Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Genotipe Cabai
(*Capsicum annuum* L.) untuk Toleransi terhadap Cekaman Aluminium**

***Growth and Yield Evaluation for Tolerance to Aluminum-stress
in Several Genotypes of Chilli (*Capsicum annuum* L.)***

**D. Wasgito Purnomo^{1*}, Bambang S. Purwoko², Sudirman Yahya²,
Sriani Sujiprihati², Irdika Mansur³**

Diterima 13 Agustus 2007/Disetujui 6 November 2007

ABSTRACT

*The aim of this research was to evaluate growth and yield in response to aluminum (Al) stress in several genotypes of chilli (*Capsicum annuum* L.). The research was conducted in University Farm of IPB, Cikabayan, Bogor from February to August 2006. Ultisol soils from Gajrug (Lebak, Banten) in polybag with pH 4.2, Al-dd 30.08 me/ 100 g and Al-saturated 83.81% was used in this experiment. Eight genotypes of chilli (4 tolerant and 4 sensitive) were tested on two different conditions, in media without Al-stress condition (Al-saturated 0.77%) and with Al-stress (Al-saturated 60.85%). Characters observed were plant height, shoot dry-weight, total number of fruits per plant, number of fruit harvested per plant, fruit dimension (length and diameter), fruit weight harvested per plant, and weight of each fruit. The results showed that there were differences of response to Al-stress among genotypes on the study. PBC 619 and Jatilaba were selected as tolerant genotypes, while Cilibangi 3 and Helm were sensitive. This evaluation of agronomic characters for tolerant and sensitive to Al-stress appeared very consistent with root bioassay results. Based on this result, the root bioassay method can be used to select chili genotypes for Al-stress tolerance.*

*Key words: Growth and yield evaluation, aluminum stress, *Capsicum annuum*, ultisol soil.*

PENDAHULUAN

Adanya cekaman Al pada tanah-tanah Ultisol dapat menjadi kendala dalam pengembangan tanaman cabai di tanah tersebut. Pada tanah ultisol dengan kondisi pH tanah kurang dari 5, kelarutan Al akan didominasi oleh Al^{3+} dan bersifat racun bagi tanaman (Marschner, 1995; Ma *et al.*, 2001). Perakaran tanaman merupakan target utama kerusakan oleh Al sehingga tanaman yang keracunan Al pertumbuhan akarnya terhambat. Terhambatnya pertumbuhan akar akibat keracunan Al disebabkan oleh kerusakan pada sel tudung akar akibat akumulasi Al yang tinggi pada inti sel (Matsumoto *et al.*, 1996; Sopandie *et al.*, 2003). Oleh karena itu, upaya untuk menetralkan pengaruh buruk Al menjadi penting dilakukan untuk mengurangi kendala pada tanah Ultisol, salah satunya dengan penggunaan genotipe toleran.

Toleransi tanaman terhadap Al merupakan faktor yang penting untuk adaptasi pada tanah Ultisol. Tanaman yang toleran terhadap cekaman Al memiliki kemampuan menekan pengaruh buruk Al dengan cara

mengurangi serapan ion Al^{3+} oleh akar dan menetralkan pengaruh racun Al dalam jaringan, sehingga pertumbuhan akar tidak terganggu (Watanabe *et al.*, 2002; Samac dan Tesfaye, 2003; Sopandie *et al.*, 2003). Pertumbuhan akar yang panjang memiliki bidang jelajah per satuan volume tanah yang lebih besar jika dibandingkan dengan akar yang pendek sehingga kemampuan pengambilan hara dan air lebih besar. Pertumbuhan akar yang demikian merupakan ciri tanaman yang mempunyai kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap cekaman Al pada tanah-tanah Ultisol (Matsumoto *et al.*, 1996; Bushamuka dan Zobel, 1998; Bakhtiar *et al.*, 2007).

Penapisan melalui uji hayati akar terhadap 20 genotipe cabai telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dan diperoleh 5 genotipe yang berpotensi toleran terhadap Al, yaitu PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5, Jayapura, dan Marathon (Purnomo, 2007). Hasil penapisan tersebut masih memerlukan pengujian lanjut berdasarkan tanggap agronominya, karena hasil uji hayati akar dapat saja berubah tergantung pada lamanya terkena cekaman Al. Pada tanaman *Phaseolus vulgaris*,

¹ Jurusan Budidaya Pertanian, Fapertek UNIPA, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, Papua Barat 98314, E-mail: was_pur@yahoo.com
(*Penulis untuk korespondensi).

² Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB, Bogor

³ Departemen Silvikultur, Fahutan IPB, Bogor

genotipe toleran akan menjadi peka setelah diberi Al selama 8 jam (Cuming *et al.*, 1992). Berdasarkan hal tersebut, maka hasil penapisan uji hayati akar perlu dievaluasi sampai periode panen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkonfirmasi konsistensi antara hasil penapisan uji hayati akar dan evaluasi tanggap pertumbuhan dan hasil terhadap cekaman Al. Dari hasil penelitian ini akan diperoleh genotipe cabai yang mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap cekaman Al pada tanah Ultisol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikabayan Institut Pertanian Bogor, dari bulan Februari sampai Agustus 2006. Cabai yang dievaluasi sebanyak 8 genotipe (4 toleran dan 4 peka Al) berasal dari koleksi *Research Group on Crop Improvement* (RGCI). Nama genotipe terdapat pada Tabel 1. Tanah Ultisol diambil dari Gajrug, Lebak Banten, tanah tersebut mempunyai karakteristik pH 4.2, Al-dd= 30.08 me/100 g dan tingkat kejenuhan Al sebesar 83.81%.

Tabel 1. Nama genotipe cabai hasil penapisan melalui uji hayati akar yang akan dievaluasi untuk toleransi terhadap cekaman Al.

Nama genotipe cabai	Kriteria hasil penapisan
PBC 549	Peka
PBC 619	Toleran
Cilibangi 3	Peka
Cilibangi 5	Toleran
Jatilaba	Toleran
Tit Bulat	Peka
Helm	Peka
Jayapura	Toleran

Penelitian ini merupakan penelitian 2 faktor dan disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 ulangan, sehingga terdiri atas 8 x 2 x 4 = 64 satuan percobaan dan setiap satuan percobaan terdiri atas 4 polibag. Faktor pertama adalah 8 genotipe cabai (Tabel 1). Faktor kedua adalah kondisi tanah, yaitu: kondisi tanpa cekaman Al (kejenuhan Al 0.77%), dan kondisi tercekam Al (kejenuhan Al 60.85%) .

Tanah dari lapangan dibersihkan dari sisa-sisa tanaman dan kotoran kemudian digemburkan dan dikeringanginkan selama satu minggu. Tanah yang telah kering diayak dengan ukuran 2 mm, kemudian ditimbang sebanyak 10 kg per polibag. Untuk memperoleh kejenuhan Al 0.77% (kondisi tanpa cekaman Al) dan 60.85% (kondisi tercekam Al), tanah Ultisol diinkubasi selama 1 bulan dengan pemberian kapur CaCO₃ masing-masing sebanyak 18.33 g /kg tanah dan 4.58 g /kg tanah (hasil uji pemberian kapur). Setelah inkubasi, setiap polibag ditanam cabai sebanyak 1 bibit per polibag.

Pupuk diberikan secara bertahap, pemupukan pertama diaplikasikan sehari sebelum bibit ditanam dengan rasio N (1/2)+P(1)+K(1/2) dan pemupukan kedua diaplikasikan 3 minggu setelah bibit ditanam dengan ratio N (1/2)+P(0)+K(1/2). Dosis pupuk yang digunakan adalah 250 kg N/ha, 150 kg P₂O₅/ha dan 200 kg K₂O/ha. Penyiraman dilakukan setiap hari jam 08.00 sesuai kapasitas lapang. Kebutuhan air untuk mencapai kapasitas lapang ditentukan dari kadar air tanah kapasitas lapang (35.25%)-kadar air tanah kering udara (15.45%)x bobot tanah kering mutlak (8.7 kg)=1461.6

ml atau disetarakan menjadi 1500 ml air/polibag/hari. Untuk pengendalian hama dan penyakit dilakukan penyemprotan insektisida Decis 2 cc/l dan fungisida Dithane 2 g/l.

Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, bobot kering tajuk, jumlah buah total per tanaman, jumlah buah panen per tanaman, panjang buah, bobot per buah dan bobot buah panen per tanaman. Data diuji menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%. Penentuan kriteria toleransi genotipe cabai didasarkan pada nilai penurunan tanggap genotipe tersebut terhadap cekaman Al. Pengelompokan toleransi terhadap cekaman Al mengacu pada kriteria yang telah dimodifikasi dari Matsumoto *et al.* (1996), yaitu :

- Toleran : jika nilai penurunan < 50% dan tanggap tanaman pada kondisi tercekam Al tidak berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al, berdasarkan uji DMRT.
- Moderat : jika nilai nilai penurunan < 50% tetapi tanggap tanaman pada kondisi tercekam Al berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al, berdasarkan uji DMRT.
- Peka : jika nilai penurunan 50% dan tanggap tanaman pada kondisi tercekam Al berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al, berdasarkan uji DMRT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Pertumbuhan

Tinggi Tanaman. Perlakuan genotipe dan kondisi tanah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tinggi tanaman, namun tidak terdapat interaksi diantara kedua perlakuan tersebut. Tinggi tanaman pada genotipe Jayapura terlihat berbeda nyata dibandingkan genotipe Helm, sedangkan dibandingkan genotipe lainnya tidak berbeda nyata. Genotipe Jayapura, Jatilaba, PBC 619 dan Tit Bulat memperlihatkan pertumbuhan tanaman yang lebih tinggi dibandingkan

genotipe Helm. Pertumbuhan tinggi tanaman terlihat berbeda nyata diantara kedua kondisi tanah. Tanaman yang ditanam pada kondisi tercekam Al (kejenuhan Al=60.85%) terlihat mengalami penurunan tinggi tanaman rata-rata sebesar 15.89% dibandingkan dengan kondisi tanpa cekaman Al (kejenuhan Al=0.77%). Adanya cekaman Al menurunkan tinggi tanaman dari 66.68 cm menjadi 56.08 cm. Walaupun penurunan tinggi tanaman akibat cekaman Al pada semua genotipe kurang dari 50%, namun genotipe PBC 619 dan Jatilaba cenderung memperlihatkan tanggap yang lebih baik (Tabel 2).

Tabel 2. Tanggap tinggi tanaman (cm) beberapa genotipe cabai terhadap cekaman Al

Genotipe cabai	Tinggi tanaman pada kondisi :		Rataan	Penurunan (%)
	Tanpa tercekam Al	Tercekam Al		
PBC 549	67.08	51.79	59.44 ^{ab}	22.80
PBC 619	65.67	60.21	62.94 ^a	8.31
Cilibangi 3	66.50	52.04	59.27 ^{ab}	21.74
Cilibangi 5	64.29	56.79	60.54 ^{ab}	11.67
Jatilaba	68.79	62.25	65.52 ^a	9.51
Tit Bulat	70.29	55.38	62.83 ^a	21.22
Helm	59.79	49.23	54.51 ^b	17.66
Jayapura	71.04	60.98	66.01 ^a	14.16
Rataan	66.68 ^a	56.08 ^b		15.89

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Bobot Kering Tajuk. Interaksi antara genotipe dan kondisi tanah berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk. Cekaman Al menurunkan bobot kering tajuk pada semua genotipe (Tabel 3). Namun demikian, pada genotipe Jatilaba, PBC 619, Cilibangi 5 dan Jayapura

penurunan bobot kering tajuknya kurang dari 50%, yang menunjukkan tanggap terhadap cekaman Al yang lebih baik dibandingkan genotipe Cilibangi 3, Helm, Tit Bulat dan PBC 549 yang penurunannya lebih dari 50%.

Tabel 3. Tanggap bobot kering tajuk (g) beberapa genotipe cabai terhadap cekaman Al

Genotipe cabai	Bobot kering tajuk pada kondisi:		Penurunan (%)
	Tanpa cekaman Al	Tercekam Al	
PBC 549	41.63 ^{abc}	20.76 ^{fg}	50.14
PBC 619	42.83 ^{abc}	37.98 ^{cd}	11.31
Cilibangi 3	38.28 ^{bcd}	17.83 ^{fg}	53.42
Cilibangi 5	36.77 ^{cd}	30.12 ^e	18.10
Jatilaba	45.62 ^a	40.62 ^{a-d}	10.96
Tit Bulat	44.23 ^{ab}	21.74 ^f	50.86
Helm	34.91 ^{de}	16.94 ^g	51.48
Jayapura	37.83 ^{cd}	21.18 ^f	44.03

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom dan baris menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Tingkat penurunan bobot kering tajuk yang bervariasi antar genotipe yang dievaluasi menunjukkan perbedaan kemampuan adaptasi dari masing-masing genotipe terhadap cekaman Al. Genotipe Jatilaba dan PBC 619 terlihat mempunyai kemampuan adaptasi yang lebih baik dibandingkan genotipe lainnya. Hal ini berkaitan dengan hasil penapisan melalui uji hayati akar,

dimana pada kondisi tercekam Al genotipe PBC 619 dan Jatilaba memperlihatkan pertumbuhan akar yang lebih baik dibandingkan genotipe lainnya. Pertumbuhan akar yang panjang memiliki bidang jelajah per satuan volume tanah yang lebih besar sehingga kemampuan pengambilan hara dan air juga lebih besar. Pertumbuhan akar yang demikian merupakan ciri

tanaman yang mempunyai kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap cekaman Al pada tanah-tanah Ultisol (Matsumoto *et al.*, 1996; Bushamuka dan Zobel, 1998; Spehar dan Sauza, 2006). Sebaliknya pada genotipe peka, tanaman mengalami kekurangan karbohidrat sebagai sumber energi karena fungsi akar terganggu, dan sebagian besar asimilat terutama gula ditranslokasi ke bagian akar, untuk lebih meningkatkan pertumbuhan akar dari pada tajuk (Matsumoto *et al.*, 2003).

Komponen Hasil

Bobot per Buah. Perlakuan genotipe dan kondisi tanah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap bobot per buah, namun tidak terdapat interaksi diantara kedua perlakuan tersebut. Bobot per buah terlihat

berbeda antar genotipe. Genotipe Jatilaba memperlihatkan bobot per buah terberat yaitu rata-rata 7.45 g, sedangkan genotipe Tit Bulat memperlihatkan bobot per buah teringan yaitu rata-rata 3.37 g (Tabel 4). Bobot per buah juga terlihat berbeda nyata diantara kedua kondisi tanah. Tanaman yang ditanam pada kondisi tercekam Al (kejenuhan Al=83.81%) menghasilkan bobot per buah lebih rendah dibandingkan dengan kondisi tanpa cekaman Al (kejenuhan Al=0.77%). Adanya cekaman Al menurunkan bobot per buah dari 6.09 menjadi 5.89 g. Walaupun penurunan bobot per buah akibat cekaman Al pada semua genotipe terlihat tidak nyata, namun genotipe Jatilaba dan PBC 619 cenderung memperlihatkan tanggap yang lebih baik, karena memperlihatkan nilai penurunan yang terkecil.

Tabel 4. Tanggap bobot per buah dan panjang buah beberapa genotipe cabai terhadap cekaman Al

Genotipe cabai	Kondisi tanah		Rataan	Penurunan (%)
	Tanpa cekaman Al	Tercekam Al		
Bobot per buah (g)				
PBC 549	3.87	3.61	3.74 ^e	6.89
PBC 619	6.77	6.75	6.76 ^{bc}	0.30
Cilibangi 3	6.76	6.20	6.48 ^c	8.21
Cilibangi 5	7.03	6.96	6.99 ^b	1.01
Jatilaba	7.46	7.44	7.45 ^a	0.23
Tit Bulat	3.44	3.29	3.37 ^f	4.52
Helm	7.57	7.14	7.36 ^a	5.65
Jayapura	5.85	5.76	5.81 ^d	1.52
Rataan	6.09 ^a	5.89 ^b		3.29
Panjang buah (cm)				
PBC 549	6.57	4.58	5.57 ^c	30.29
PBC 619	11.35	8.92	10.14 ^a	21.42
Cilibangi 3	9.86	6.69	8.28 ^b	32.15
Cilibangi 5	10.21	7.78	9.00 ^b	23.81
Jatilaba	11.41	9.78	10.59 ^a	14.22
Tit Bulat	5.27	3.61	4.44 ^d	31.54
Helm	12.72	8.41	10.56 ^a	33.87
Jayapura	12.92	9.44	11.18 ^a	26.93
Rataan	10.04 ^a	7.40 ^b		26.26

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda pada baris atau kolom untuk setiap peubah, menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Panjang Buah. Tanggap panjang buah terlihat sangat dipengaruhi oleh perlakuan genotipe dan kondisi tanah, namun tidak terdapat interaksi diantara kedua perlakuan tersebut. Keragaan buah dari genotipe yang dievaluasi terlihat berbeda panjangnya. Genotipe Jayapura memperlihatkan buah yang paling panjang yaitu rata-rata 11.18 cm, sedangkan genotipe Tit Bulat memperlihatkan buah paling pendek yaitu rata-rata 4.44 cm (Tabel 4). Tanggap panjang buah juga terlihat berbeda nyata diantara kedua kondisi tanah. Adanya cekaman Al menyebabkan penurunan panjang buah rata-rata sebesar 26.26% atau penurunan panjang buah dari 10.04 cm menjadi 7.40 cm. Tanggap tanaman

terhadap cekaman Al terlihat tidak berbeda nyata diantara genotipe, namun genotipe Jatilaba dan PBC 619 cenderung lebih baik tanggapnya karena penurunan panjang buah akibat cekaman Al lebih kecil dibandingkan genotipe lainnya.

Jumlah Buah Total. Perlakuan genotipe, kondisi tanah dan interaksi keduanya memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah buah total. Pada semua genotipe yang dievaluasi terlihat bahwa kondisi tanah yang tercekam Al menurunkan jumlah buah total dengan nilai penurunan yang berbeda antar genotipe, yaitu berkisar antara 15.22% sampai 52.50% (Tabel 5).

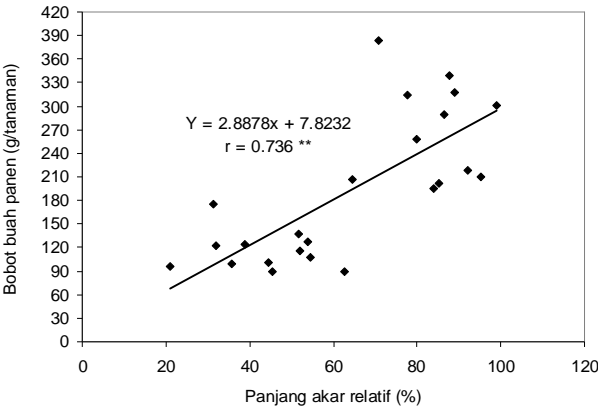
Genotipe PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5 dan Jayapura mengalami penurunan jumlah buah total kurang dari 50%, sedangkan pada genotipe Cilibangi 3, Helm, Tit Bulat dan PBC 549 mengalami penurunan jumlah buah total lebih dari 50%. Tanggap genotipe PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5 dan Jayapura terhadap kondisi tercekam Al juga terlihat lebih baik dibandingkan genotipe lainnya, karena jumlah buah total yang dihasilkan terlihat tidak berbeda nyata antara kondisi tercekam Al dengan kondisi tanpa cekaman Al.

Jumlah Buah Panen. Hasil sidik ragam memperlihatkan terdapat interaksi yang nyata antara genotipe cabai dan perlakuan kondisi tanah pada jumlah buah panen. Genotipe PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5 dan Jayapura memberikan tanggap yang lebih baik terhadap kondisi tercekam Al dibandingkan genotipe lainnya. Jumlah buah yang dipanen pada keempat genotipe tersebut terlihat tidak berbeda nyata antara kondisi tercekam Al dengan kondisi tanpa cekaman Al (Tabel 5).

Tabel 5. Tanggap jumlah buah total, jumlah buah panen dan bobot buah panen beberapa genotipe cabai terhadap cekaman Al

Genotipe cabai	Kondisi tanah	Jumlah buah total	Jumlah buah panen	Bobot buah panen (g/tanaman)
PBC 549	Tanpa cekaman Al	51.90 ^{a-d}	46.63 ^{a-d}	174.88 ^{gh}
	Tercekam Al	25.54 ^{ghi}	22.71 ^{fg}	87.18 ⁱ
	% Penurunan	50.79	51.30	50.15
PBC 619	Tanpa cekaman Al	55.09 ^{ab}	50.83 ^{ab}	333.36 ^{ab}
	Tercekam Al	46.70 ^{b-e}	45.18 ^{bcd}	301.92 ^{bc}
	% Penurunan	15.22	11.11	9.43
Cilibangi 3	Tanpa cekaman Al	42.72 ^{def}	38.48 ^{b-e}	252.40 ^{cde}
	Tercekam Al	20.29 ^{hi}	17.63 ^g	117.10 ⁱ
	% Penurunan	52.50	54.18	53.61
Cilibangi 5	Tanpa cekaman Al	41.63 ^{def}	36.87 ^{cde}	257.24 ^{cde}
	Tercekam Al	32.10 ^{fgh}	30.02 ^{efg}	209.28 ^{efg}
	% Penurunan	22.89	18.59	18.64
Jatilaba	Tanpa cekaman Al	54.08 ^{abc}	48.62 ^{abc}	356.15 ^a
	Tercekam Al	45.34 ^{b-e}	44.52 ^{bcd}	316.25 ^{ab}
	% Penurunan	16.16	8.43	11.20
Tit Bulat	Tanpa cekaman Al	62.72 ^a	58.23 ^a	199.38 ^{fg}
	Tercekam Al	30.84 ^{f-i}	29.70 ^{efg}	98.90 ⁱ
	% Penurunan	50.84	49.00	50.40
Helm	Tanpa cekaman Al	38.90 ^{ef}	34.94 ^{def}	284.46 ^{bcd}
	Tercekam Al	18.80 ⁱ	16.76 ^g	134.64 ^{hi}
	% Penurunan	51.67	52.03	52.67
Jayapura	Tanpa cekaman Al	48.58 ^{b-e}	42.26 ^{b-e}	247.24 ^{def}
	Tercekam Al	36.48 ^{efg}	34.12 ^{def}	198.23 ^{fg}
	% Penurunan	24.92	19.27	19.82

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama, menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.



Gambar 1. Korelasi antara panjang akar relatif dan bobot buah panen

Penurunan bobot kering tajuk akibat cekaman Al terlihat bervariasi antar genotipe cabai merah. Genotipe PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5 dan Jayapura mengalami penurunan jumlah buah panen kurang dari 50%, sedangkan pada genotipe Cilibangi 3, Helm, Tit Bulat dan PBC 549 mengalami penurunan jumlah buah panen lebih dari 50%. Pada kondisi tercekam Al, jumlah buah panen dari genotipe PBC 619 dan Jatilaba lebih banyak dibandingkan genotipe lainnya.

Pada semua komponen hasil yang diamati (Tabel 4 dan 5) terlihat bahwa genotipe Jatilaba, PBC 619, Cilibangi 5 dan Jayapura memperlihatkan kemampuan adaptasi terhadap cekaman Al yang lebih baik dibandingkan genotipe lainnya. Kemampuan adaptasi yang baik ditentukan oleh jumlah buah total dan jumlah buah panen yang dihasilkan keempat genotipe tersebut tidak berbeda nyata antara kondisi tercekam Al dengan kondisi tanpa cekaman Al. Penurunan semua komponen hasil akibat cekaman Al pada keempat genotipe tersebut juga terlihat lebih rendah dari 50 %. Menurut Matsumoto *et al.* (1996), tanaman dikatakan toleran terhadap cekaman Al jika nilai penurunan < 50% dan tanggap tanaman pada kondisi tercekam Al tidak berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al.

Hasil Tanaman

Bobot buah Panen. Perlakuan genotipe, kondisi tanah dan interaksi keduanya memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap bobot buah panen. Pada semua genotipe yang dievaluasi terlihat bahwa kondisi tercekam Al menurunkan bobot buah panen dengan nilai penurunan yang berbeda antar genotipe, yaitu berkisar antara 9.43% sampai 53.61% (Tabel 5). Genotipe PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5 dan Jayapura mengalami penurunan bobot buah panen kurang dari 50%, sedangkan pada genotipe Cilibangi 3, Helm, Tit Bulat dan PBC 549 mengalami penurunan jumlah buah total lebih dari 50%. Tanggap genotipe PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5 dan Jayapura terhadap cekaman Al juga terlihat lebih baik dibandingkan genotipe lainnya,

karena bobot buah panen yang dihasilkan terlihat tidak berbeda nyata antara kondisi tercekam Al dengan kondisi tanpa cekaman Al.

Berdasarkan kriteria produktivitas dan tingkat penurunan bobot buah panen pada kondisi tercekam Al, maka genotipe Jatilaba dan PBC 619 terpilih sebagai genotipe yang mempunyai daya adaptasi terbaik diantara genotipe lainnya. Pada kondisi tercekam Al, genotipe Jatilaba dan PBC 619 mampu menghasilkan bobot buah panen terbanyak, masing-masing sebanyak 316.25 g/tanaman dan 301.92 g/tanaman, dengan tingkat penurunan hasil terendah, masing-masing sebesar 11.20% dan 9.43% (Tabel 5). Produktivitas yang lebih tinggi dari kedua genotipe tersebut ditunjang oleh jumlah buah panen dan bobot kering tajuk yang terbanyak dibandingkan dengan genotipe lainnya pada kondisi tercekam Al (Tabel 3 dan 5). Pertumbuhan tajuk yang baik mengindikasikan ketersediaan asimilat yang cukup dalam penyediaan energi untuk pembentukan buah. Hasil pengamatan pada tanaman *Fagus sylvatica* memperjelas indikasi tersebut, bahwa terdapat peningkatan kandungan karbohidrat pada bobot biomassa yang tinggi (Balsberg-Pahlsson, 1990).

Konsistensi Sifat Toleransi

Pada karakter bobot kering tajuk, jumlah buah total, jumlah buah panen dan bobot buah panen yang diamati terlihat adanya perbedaan kriteria toleransi genotipe terhadap cekaman Al (Tabel 6). Sementara itu, pada karakter tinggi tanaman, bobot per buah dan panjang buah, semua genotipe termasuk ke dalam kriteria toleran Al, karena tidak terdapat penurunan yang nyata terhadap kondisi normal. Hal ini menunjukkan bahwa evaluasi genotipe cabai untuk sifat toleransi terhadap Al sebaiknya didasarkan pada karakter bobot kering tajuk, jumlah buah total, jumlah buah panen dan bobot buah panen, karena pada peubah tersebut terdapat keragaman tanggap genotipe yang nyata terhadap cekaman Al.

Tabel 6. Konsistensi sifat toleransi terhadap cekaman Al berdasarkan karakter agronomi pada cabai

Genotipe cabai	Karakter sebagai dasar kriteria toleransi							
	RRE*)	Tinggi tanaman	Bobot kering tajuk	Jumlah buah total	Jumlah buah panen	Bobot per buah	Panjang buah	Bobot buah panen
PBC 549	P	T	P	P	P	T	T	P
PBC 619	T	T	T	T	T	T	T	T
Cilibangi 3	P	T	P	P	P	T	T	P
Cilibangi 5	T	T	M	T	T	T	T	T
Jatilaba	T	T	T	T	T	T	T	T
Tit Bulat	P	T	P	P	M	T	T	P
Helm	P	T	P	P	P	T	T	P
Jayapura	T	T	M	T	T	T	T	T

Keterangan : *) panjang akar relatif (RRE = *relative root elongation*) dari hasil penapisan uji hayati akar
T=toleran ; M=moderat; P=peka

Berdasarkan tanggap genotipe pada semua karakter agronomi yang diamati terlihat bahwa genotipe PBC 619 dan Jatilaba paling konsisten sifat toleransinya terhadap cekaman Al, karena tidak terjadi perubahan kriteria toleransi antara hasil uji hayati akar dengan hasil evaluasi, yaitu tetap termasuk genotipe toleran. Sementara itu, evaluasi pada genotipe toleran lainnya, yaitu Cilibangi 5 dan Jayapura juga memperlihatkan hasil yang konsisten toleran berdasarkan semua karakter agronomi, kecuali karakter bobot kering tajuk yang termasuk kriteria moderat.

Pada genotipe peka hasil penapisan uji hayati akar, yaitu PBC 549, Cilibangi 3 dan Helm, hasil evaluasi tetap konsisten peka terhadap cekaman Al berdasarkan karakter bobot kering tajuk, jumlah buah total, jumlah buah panen dan bobot buah panen. Sementara itu, pada genotipe Tit Bulat yang sebelumnya peka, menunjukkan konsistensinya pada bobot kering tajuk, jumlah buah total dan bobot buah panen. Dengan demikian genotipe PBC 619 dan Jatilaba terpilih sebagai genotipe toleran Al, sedangkan genotipe Cilibangi 3 dan Helm terpilih sebagai genotipe peka Al. Penentuan tersebut didasarkan pada konsistensi sifat toleransi dan produktivitasnya pada kondisi tercekam Al yang lebih baik dibandingkan genotipe lain dalam kelompoknya.

Keterkaitan hasil penapisan dan hasil evaluasi juga dapat ditunjukkan melalui analisis korelasi. Pada penelitian ini, panjang akar relatif (*relative root length* = RRL) berkorelasi positif dan sangat nyata dengan bobot buah panen (Gambar 1). Peningkatan panjang akar relatif akan meningkatkan bobot buah panen. Adanya korelasi yang sangat nyata berarti pula bahwa panjang akar hasil penapisan pada uji hayati akar dapat menduga hasil bobot buah panen cabai. Dengan demikian, berdasarkan analisis korelasi dan adanya konsistensi sifat toleransi pada hasil evaluasi maka seleksi terhadap genotipe cabai untuk toleransi Al cukup dilakukan dengan metode penapisan melalui uji hayati akar pada fase vegetatif berdasarkan panjang akar relatif. Metode ini akan lebih efisien bila genotipe yang diseleksi cukup banyak karena dapat menghemat waktu dan tenaga.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan tanggap terhadap cekaman Al diantara genotipe pada karakter bobot kering tajuk, jumlah buah total, jumlah buah panen dan bobot buah panen. Genotipe PBC 619, Cilibangi 5, Jatilaba dan Jayapura termasuk genotipe yang mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap cekaman Al yang lebih baik dibandingkan genotipe PBC 549, Cilibangi 3, Tit Bulat dan Helm.

Genotipe PBC 619 dan Jatilaba terpilih sebagai genotipe toleran Al, sedangkan genotipe Cilibangi 3 dan Helm terpilih sebagai genotipe peka Al, karena konsistensi sifat toleransi dan produktivitasnya pada

kondisi tercekam Al yang lebih baik dibandingkan genotipe lain dalam kelompoknya.

Hasil evaluasi karakter agronomi untuk sifat toleran dan peka terhadap cekaman Al terlihat konsisten dengan hasil uji hayati akar. Berdasarkan konsistensinya sifat toleransi genotipe hasil evaluasi karakter agronomi, maka seleksi terhadap genotipe cabai untuk toleransi Al cukup dilakukan dengan metode penapisan pada fase vegetatif berdasarkan panjang akar relatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhtiar, B.S. Purwoko, Trikoesoemaningtyas, M.A. Chozin, I. Dewi, M. Amir. 2007. Penapisan galur haploid ganda padi gogo hasil kultur anthera untuk toleransi terhadap cekaman aluminium. Bul. Agron. 35(1):8-14.
- Balsberg-Pahlson, A. M. 1990. Influence of aluminum on biomass, nutrients, soluble carbohydrate and phenols, in beech (*Fagus sylvatica*). Physiol Plant. 78:79-84.
- Bushamuka, V. N., R. W. Zobel. 1998. Maize and soybean top, basal, and lateral root responses to stratified acid, aluminum toxic soil. Crop Sci. 38:416-421.
- Cuming, J. C., A .B. Cuming, G. J. Taylor. 1992. Pattern of root respiration associated with the induction of aluminum tolerance in *Phaseolus vulgaris*. J Exp Bot. 43:1075-1091.
- Ma, J. F., P. R. Ryan, E. Delhaize. 2001. Aluminum tolerance in plants and the complexing role of organic acids. Trends in Plant Sci. 6(6):273-279.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. Academic Press. San Diego. 565 hal.
- Matsumoto, H., Y. Senoo, M. Kasai, M. Maeshima. 1996. Response of the plant root to aluminum stress: analysis of the inhibition of the root elongation and changes in membrane function. J Plant Res. 109: 99-105.
- Matsumoto, H., Z. M. Yang, J. F. You, H. Nian. 2003. The physiological mechanism of aluminum tolerance in *Glycine max* L. Plant Physiol. 6:237-261.
- Purnomo, D.W. 2007. Keefektifan fungi mikoriza arbuskula dalam meningkatkan hasil dan adaptasi cabe pada tanah bercekaman aluminium. Disertasi [Draft Final]. Sekolah Pascasarjana IPB Bogor.

Samac, D.A., M. Tesfaye. 2003. Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils. *Plant Cell Tissue and Organ culture* 75:189-207.

Sopandie, D., I. Marzuki, M. Jusuf. 2003. Aluminum tolerance in soybean: protein profiles and accumulation of Al in roots. *Hayati* 10(1): 30-33.

Spehar, C.R., L.A.C. Sauza. 2006. Selection for aluminum tolerance in tropical soybeans. *Pesquisa Agropecuaria Tropical* 36:1-6.

Watanabe, T., M. Osaki. 2002. Mechanisms of adaptation to high aluminum condition in native plant species growing in acid soils. *Communication Soil Science Plant Analysis* 33:1247-1260.